

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年11月4日 (04.11.2004)

PCT

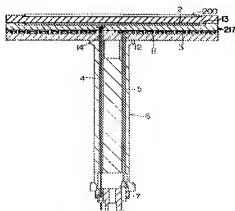
(10) 国際公開番号
WO 2004/095560 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/31, 21/3065 (72) 発明者: および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笠次 克尚 (KASANAMI, Katsuhisa) [JP/JP]; 〒164-8511 東京都中野区 東中野 3丁目14番20号 株式会社日立国際電気内 Tokyo (JP). 宮田 敏光 (MIYATA, Toshimitsu) [JP/JP]; 〒164-8511 東京都 中野区 東中野 3丁目14番20号 株式会社日立国際電気内 Tokyo (JP). 石坂 光範 (ISHISAKA, Mitsunori) [JP/JP]; 〒164-8511 東京都 中野区 東中野 3丁目14番20号 株式会社日立国際電気内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004539
- (22) 国際出願日: 2004年3月30日 (30.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2003-113738 2003年4月18日 (18.04.2003) JP (74) 代理人: 梶原 辰也 (KAJIWARA, Tatsuya); 〒160-0023 東京都 新宿区 西新宿 8丁目9番5号 セントラル西新宿 1-201号 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立国際電気 (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) [JP/JP]; 〒164-8511 東京都 中野区 東中野 3丁目14番20号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (表示の限り、全ての種類の国内保護が可能): AF, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

(続業有)

(54) Title: SEMICONDUCTOR PRODUCING DEVICE AND SEMICONDUCTOR PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 半導体製造装置および半導体装置の製造方法



(57) Abstract: A cylindrical electrode (215) and a cylindrical magnet (216) are installed outside a processing furnace (202) for an MMT device, and a susceptor (217) for holding a wafer (200) is installed inside the processing chamber (201) of the processing furnace. Installed in the processing furnace are a shower head (236) for shower-wise blowing a clean gas against the wafer, and a gate valve (244) for carrying the wafer into and out of the processing chamber. A high frequency electrode (2) and a heater (3) are installed in the susceptor (217) with clearances defined between them and the wall defining the space. The presence of the clearances between the high frequency electrode and heater and the wall defining the susceptor space ensures that even if thermal expansion differences between the high frequency electrode and heater and the susceptor occur, damage to the high frequency electrode and heater can be prevented.

(57) 要約: MMT装置の処理炉(202)の外側には筒状電極(215)および筒状磁石(216)が設置され、処理炉の処理室(201)の内部にはウエハ(200)を保持するサセプタ(217)が設置され、処理炉にはウエハに処理ガスをシャワー状に吹き付けするシャワーヘッド(236)とウエハを処理室に搬入搬出するためのゲートバルブ(244)が設置されている。サセプタ(217)の内部には高周波電極(2)およびヒータ(3)が、空間を形成する壁との間に間隙をとって配設されている。高周波電極およびヒータとサセプタの空間を形成する壁との間に間隙を有するので、高周波電極およびヒータとサセプタとの間に熱膨張差が発生しても、高周波電極やヒータの破損を防止できる。

WO 2004/095560 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

…… 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

半導体製造装置および半導体装置の製造方法

技術分野

本発明は、被処理基板に対してプラズマ処理を実施する半導体製造装置に関する。

背景技術

従来のこの種の半導体製造装置としては、真空容器中に配置された基板保持手段に被処理基板を載置し、処理ガスを供給しつつ真空容器を排気し、各種のプラズマ発生源にて処理ガスをプラズマ放電して、このプラズマ放電によって活性化した処理ガスによって被処理基板にプラズマ処理を施すもの、がある。

基板保持手段にはプラズマ処理の必要性に応じて、ヒータおよび高周波電極が配置されている。ヒータは被処理基板を加熱するためのものである。高周波電圧が印加される高周波電極は被処理基板にバイアス電圧を印加するためのものである。また、高周波電極は真空容器中でプラズマを発生するための電極としても用いられる。

しかし、このような半導体製造装置にあっては、ヒータによる加熱効率が低いという問題点がある。

本発明の目的は、加熱効率の良い半導体製造装置を提供することにある。

また、前記した半導体製造装置にあっては、ヒータによって被処理基板を加熱した際に、基板保持手段と高周波電極との熱膨張率の差により、高周波電極が破損するという問題点がある。

本発明の目的は、高周波電極の破損を防止することができる半導体製造装置を提供することにある。

発明の開示

本発明は、真空容器に処理ガスを供給しつつ排気して基板を処理する半導体製

造装置において、前記基板を保持する基板保持手段が前記真空容器内に配置されており、前記基板保持手段の片側には前記基板を保持する基板保持部が設けられており、前記基板保持手段の内部には基板加熱手段が設けられており、前記基板保持手段の内部の前記基板加熱手段が設置された空間は大気に連通されていることを特徴とする。

このことにより、基板保持手段と基板加熱手段との間に熱膨張率の差があっても、基板加熱手段が破損するのを防止することができる。

また、本発明は、真空容器に処理ガスを供給しつつ排気して基板を処理する半導体製造装置において、前記基板を保持する基板保持手段が前記真空容器内に配置されており、前記基板保持手段内部には高周波電極を設置する空間が設けられ、前記高周波電極は前記空間を形成する壁と間隙を介して配置されており、前記空間は大気に連通されていることを特徴とする。

このことにより、基板保持手段と高周波電極との間に熱膨張率の差があっても、高周波電極が破損するのを防止することができる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施の形態であるMMT装置を示す概略構成図である。

第2図は、そのサセプタを示す正面断面図である。

第3図は、本発明の第2の実施の形態であるMMT装置のサセプタの一部を示す正面断面図である。

第4図は、第3図のIV—IV線に沿う平面図である。

第5図は、本発明の第3の実施の形態であるMMT装置のサセプタを示す一部切断正面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施の形態を図面に即して説明する。

本実施の形態において、本発明に係る半導体製造装置は、電界と磁界により高密度プラズマを生成できる変形マグネトロン型プラズマ源 (Modified Magnetron

Typed Plasma Source) を用いたプラズマ処理装置（以下、MMT装置と称する。）として構成されている。本実施の形態に係るMMT装置は半導体素子を含む集積回路装置が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという。）にプラズマ処理するように構成されている。

MMT装置においては、気密性を確保した処理室にウエハが設置される。反応ガスは処理室にシャワープレートを通じて導入される。処理室の圧力は所定の圧力に維持され、高周波電力が放電用電極に供給され、電界を形成されるとともに、磁界が形成されてマグネトロン放電が起こされる。放電用電極から放出された電子がドリフトしながらサイクロイド運動を続けて周回することにより、長寿命となって電離生成率を高めるので、高密度プラズマを生成できる。このように反応ガスを励起分解させて、MMT装置はウエハ表面を酸化または窒化等の拡散処理を施したり、ウエハ表面に薄膜を形成したり、ウエハ表面をエッチングする等、ウエハへ各種のプラズマ処理を施すことができる。

第1図はウエハにプラズマ処理を施すMMT装置の概略構成図を示している。

本実施の形態に係るMMT装置は処理室201を備えており、処理室201は第2の容器である下側容器211と、下側容器211の上に被せられる第1の容器である上側容器210とから形成されている。上側容器210はドーム型の酸化アルミニウムまたは石英で形成されており、下側容器211はアルミニウムで形成されている。ちなみに、後述するヒーター一体型の基板保持手段であるサセプタ217を石英または窒化アルミニウムで構成することによって、処理の際に膜中に取り込まれる金属汚染を低減している。

上側容器210の上部にはガス分散空間であるバッファ室237を形成するシャワーヘッド236が設けられており、シャワーヘッド236の上壁にはガス導入用の導入口であるガス導入口234が設けられている。シャワーヘッド236の下壁はガスを噴出する噴出口であるガス噴出口234aを有するシャワープレート240によって構成されている。ガス導入口234は反応ガス230のガスボンベ（図示せず）に、ガスを供給する供給管であるガス供給管232によって接続されている。ガス供給管232には、開閉弁であるバルブ243a および流

量制御手段であるマスフローコントローラ 241 が介設されている。シャワーヘッド 236 から処理室 201 に供給された反応ガス 230 が、また、処理後のガスがサセプタ 217 の周囲から処理室 201 の底方向へ流れるように、下側容器 211 の側壁にはガスを排気する排気口であるガス排気口 235 が設けられている。ガス排気口 235 はガスを排気する排気管であるガス排気管 231 によって排気装置である真空ポンプ 246 に接続されており、ガス排気管 231 には圧力調整器（以下、APC という。）242 および開閉弁であるバルブ 243b が介設されている。

MMT 装置は供給される反応ガス 230 を励起させる放電手段としての第 1 の電極 215 を備えている。第 1 の電極 215 は筒形状、好適には円筒形状に形成されている。第 1 の電極（以下、筒状電極という。）215 は処理室 201 の外周に設置されて、処理室 201 内のプラズマ生成領域 224 を囲んでいる。筒状電極 215 には高周波電力を印加する高周波電源 273 が、インピーダンスの整合を行う整合器 272 を介して接続されている。

また、MMT 装置は磁界形成手段である永久磁石 216 を上下で一対備えている。永久磁石 216 は筒形状、好適には円筒形状に形成されている。一対の永久磁石（以下、筒状磁石という。）216、216 は筒状電極 215 の外表面の上下端近傍に配置されている。上下の筒状磁石 216、216 は処理室 201 の半径方向に沿った両端（内周端と外周端）に磁極をそれぞれ持っており、上下の筒状磁石 216、216 の磁極の向きが逆向きに設定されている。したがって、内周部の磁極同士が異極となっており、これにより、筒状電極 215 の内周面に沿って円筒軸方向に磁力線を形成するようになっている。

第 1 図に示されているように、処理室 201 の底側の中央には被処理基板を保持する基板保持手段としてのサセプタ 217 が配置されている。サセプタ 217 の詳細構造は第 2 図に示されている。サセプタ 217 は円筒形状のシャフト 6 によって支持されており、シャフト 6 の下端開口にはカバー 7 が被せられている。サセプタ 217 は石英によって構成されている。サセプタ 217 を石英によって構成すると、優れた耐熱性能を得ることができるとともに、ウェハ 200 の金属汚染を防止することができる。シャフト 6 も石英によって構成されている。シャ

フト6を石英によって構成することにより、優れた耐熱性能を得ることができるとともに、ウエハ200の金属汚染を防止することができ、かつまた、サセプタ217に溶接し易いという効果を得ることができる。

サセプタ217の内部には被処理基板を加熱する加熱手段としてのヒータ3が配置されている。すなわち、サセプタ217の内部にはヒータ設置空間11が形成されており、ヒータ3はヒータ設置空間11に所定の間隙をとって配置されている。ヒータ設置空間11はヒータ配線挿通孔12によって大気に連通されている。ヒータ設置空間11を大気に連通させることにより、サセプタ217の密封構造を簡略化することができるという効果が得られる。ヒータ3は炭化シリコン(SiC)によって形成されている。ヒータ3を炭化シリコンによって形成することにより、700～750℃程度の高温領域であっても耐酸化性を維持することができる。その結果、ヒータ設置空間11を大気に連通させることができる。例えば、ヒータ3を炭素(C)やニッケル(Ni)によって形成すると、高温領域においては大気の酸素と反応して焼損するので、ヒータ設置空間11を大気に連通させることができない。ヒータ3を耐酸化性を有する白金(Pt)によって形成すると、高温領域でも使用することができる。しかし、白金の抵抗率は小さいので、ヒータ3を薄膜形状に形成して抵抗を大きく設定する必要が生じたり、印加電力を大きく設定して大電流を流す必要が生じるために、ヒータ3の薄い部分が溶けてしまう不具合が生ずる場合がある。

ヒータ3には電源給電体としてのヒータ配線5がヒータ配線挿通孔12を挿通して接続されている。ヒータ3はヒータ配線5から電力を供給されることにより、ウエハ200を300～900℃程度にまで加熱できるようになっている。ヒータ配線5はヒータ3の構成材料と同質材である炭化シリコンによって形成されている。ヒータ配線5をヒータ3の構成材料と同質材である炭化シリコンによって形成することにより、ヒータ配線5をヒータ3に溶接によって接続することができるとともに、ヒータ3と同様にヒータ配線5をも大気に晒すことができるという効果を得ることができる。ヒータ配線5はシャフト6の内部を通してカバー7から外部に引き出されており、カバー7の外側において接続体(端子)によって外部配線(ワイヤハーネス等)に接続されている。ヒータ配線5をシャフト

6の内部に挿通すると、シャフト6の内部を処理室201から隔離することにより、ヒータ配線5に処理室201の反応性ガスの影響が及ぶのを防止することができる。また、シャフト6の内部は大気と連通した構造になっており、シャフト6の内部を気密構造に構築する必要がないために、ヒータ配線5の外部配線との接続にはハーメチック端子のような気密構造端子を使用しないで済み、コストを低減することができる。炭化シリコンによって形成されたヒータ配線5を低温領域であるカバー7の外側において外部配線に接続し、シャフト6の内部を挿通してサセプタ217においてヒータ3に接続することにより、冷却構造を設けなくともヒータの配線系全体としての焼損を防止することができるので、コストを低減することができる。

また、サセプタ217の内部にはインピーダンスを可変する電極（以下、第2の電極という。）も装備されている。すなわち、サセプタ217の内部には電極設置空間13が形成されており、第2の電極2は電極設置空間13に所定の間隙をとって配置されている。電極設置空間13は電極配線挿通孔14によって大気に連通されている。電極設置空間13を大気に連通させることにより、サセプタ217の密封構造を簡略化することができるという効果が得られる。第2の電極2は白金によって形成されている。第2の電極2を白金によって形成することにより、700～750℃程度の高温領域であっても耐酸化性を維持することができる。その結果、電極設置空間13を大気に連通させることができる。白金の抵抗率は小さいので、第2の電極2に対する高周波電力の制御量に変化があっても、発熱への悪影響を回避することができ、その結果、ウェハ200に対する加熱温度への影響を抑制することができる。

第2の電極2には電源給電体としての電極配線4が電極配線挿通孔14を挿通して接続されている。第2の電極2は電極配線4から高周波電力を供給されることにより、インピーダンスを制御するようになっている。電極配線4は第2の電極2の構成材料と同質材である白金によって形成されている。電極配線4を第2の電極2の構成材料と同質材である白金によって形成することにより、電極配線4を第2の電極2に溶接によって接続することができるとともに、第2の電極2と同様に電極配線4をも大気に晒すことができるという効果を得ることができる。

。電極配線 4 はシャフト 6 の内部を通してカバー 7 から外部に引き出されており、カバー 7 の外側において接続体（端子）によって外部配線（ワイヤハーネス等）に接続されている。電極配線 4 をシャフト 6 の内部に挿通すると、シャフト 6 の内部を処理室 201 から隔離することにより、電極配線 4 に処理室 201 の反応性ガスの影響が及ぶのを防止することができる。また、シャフト 6 の内部は大気と連通した構造になっており、シャフト 6 の内部を気密構造に構築する必要がないために、電極配線 4 の外部配線との接続にはハーメチック端子のような気密構造端子を使用しないで済み、コストを低減することができる。白金によって形成された電極配線 4 を低温度領域であるカバー 7 の外側において外部配線に接続し、シャフト 6 の内部を挿通してサセプタ 217 において第 2 の電極 2 に接続することにより、冷却構造を設けなくとも第 2 の電極 2 の配線系全体としての焼損を防止することができるので、コストを低減することができる。

第 2 の電極 2 の電極配線 4 は第 1 図に示されたインピーダンス可変機構 274 を介して基準電位に接続されている。インピーダンス可変機構 274 はコイルや可変コンデンサから構成され、コイルのパターン数や可変コンデンサの容量値を制御することにより、第 2 の電極 2 およびサセプタ 217 を介してウエハ 200 の電位を制御できるようになっている。第 2 の電極 2 は高周波電源側に接続してもよいし、基準電位側に接続してもよく、必要に応じて選択することができることは勿論である。

ウエハ 200 をマグネトロン型プラズマ源でのマグネトロン放電により処理するための処理炉 202 は、少なくとも、処理室 201、サセプタ 217、筒状電極 215、筒状磁石 216、シャワーヘッド 236 および排気口 235 から構成されており、処理室 201 でウエハ 200 をプラズマ処理することが可能となっている。

筒状電極 215 および筒状磁石 216 の周囲には、電界や磁界を有効に遮蔽する遮蔽板 223 が設けられている。この遮蔽板 223 は筒状電極 215 および筒状磁石 216 によって形成される電界や磁界を外部環境や他の処理炉等の装置に悪影響を及ぼさないように構成されている。

サセプタ 217 は下側容器 211 と絶縁されている。サセプタ 217 にはサセ

ブタ217を昇降させる昇降手段であるサセブタ昇降機構268が設けられている。サセブタ昇降機構268は第2図に示されたシャフト6と、シャフト6を上下に駆動する駆動機構（図示せず）とにより構成されている。サセブタ217には貫通孔217aが少なくとも3箇所に開設されており、下側容器211の底面の上には基板を突上げる基板突上げ手段であるウエハ突上げピン266が少なくとも3箇所に設けられている。サセブタ昇降機構268によりサセブタ217が下降させられた時には、ウエハ突上げピン266がサセブタ217と非接触な状態で貫通孔217aを突き抜けるような位置関係となるように、貫通孔217aおよびウエハ突上げピン266は構成されている。

下側容器211の側壁には仕切弁となるゲートバルブ244が設けられている。ゲートバルブ244は開いている時には搬送手段（図示せず）によって処理室201へウエハ200が搬入または搬出し得るように、閉まっている時には処理室201を気密に閉じることができるように構成されている。

MMT装置は制御手段であるコントローラ121を備えている。コントローラ121は高周波電源273、整合器272、バルブ243a、マスフローコントローラ241、APC242、バルブ243b、真空ポンプ246、サセブタ昇降機構268、ゲートバルブ244、サセブタ217に埋め込まれたヒータ3に高周波電力を印加する高周波電源（図示せず）と接続されており、それぞれを制御するように構成されている。

次に、前記構成に係るMMT装置を使用して、ウエハ200の表面またはウエハ200の上に形成された下地膜の表面に所定のプラズマ処理を施す方法について説明する。

ウエハ200は処理炉202を構成する処理室201の外部からウエハを搬送する搬送手段（図示せず）によって処理室201に搬入され、サセブタ217の上に搬送される。この搬送動作の詳細は、次の通りである。

まず、サセブタ217が下った状態になっており、ウエハ突上げピン266の先端がサセブタ217の貫通孔217aを通過してサセブタ217の表面よりも所定の高さ分だけ突き出されている。この状態で、下側容器211に設けられたゲートバルブ244が開き、ウエハ200がウエハ突上げピン266の上端に搬

送手段によって載置される。搬送手段が処理室201の外へ退避すると、ゲートバルブ244が閉まる。サセプタ217がサセプタ昇降機構268により上昇すると、サセプタ217の上面にウエハ200が載置される。サセプタ217はウエハ200を処理する位置まで上昇する。

サセプタ217に埋め込まれたヒータ3は予め加熱されており、搬入されたウエハ200を300～900℃の範囲内でウエハ処理温度に加熱する。真空ポンプ246およびAPC242を用いて処理室201の圧力は0.1～100Paの範囲内に維持される。

ウエハ200が処理温度に加熱されたら、例えば、処理ガスとして酸素ガスまたは窒素ガスがガス導入口234から処理室201に導入され、サセプタ217に保持されたウエハ200の上面（処理面）に向けてシャワープレート240のガス噴出孔234aからシャワー状に吹き付けられる。同時に、高周波電力が筒状電極215に高周波電源273から整合器272を介して印加される。印加する電力の値は、150～200W程度の範囲内の出力値である。このとき、インピーダンス可変機構274は所望のインピーダンス値に予め制御しておく。

一对の筒状磁石216、216の磁界の影響を受けてマグネトロン放電が発生し、ウエハ200の上方空間に電荷をトラップしてプラズマ生成領域224に高密度プラズマが生成される。そして、サセプタ217の上のウエハ200の表面にプラズマ処理が、生成された高密度プラズマによって施される。

例えば、ウエハ200の表面に界面酸化防止膜としてのプラズマ窒化膜をMMT装置によって形成する場合の処理条件は、次の通りである。

高周波電力は100～500W、処理圧力は2～100Pa、窒素ガス流量は100～1000sccm（スタンダード・立方センチメートル）、処理温度は25～600℃、処理時間は1秒以上、膜厚は1～3nm、である。

また、酸化タンタル膜の膜質改善処理のためのプラズマ酸化処理をMMT装置によって実施する場合の処理条件は、次の通りである。

高周波電力は100～500W、処理圧力は2～100Pa、酸素ガス流量は100～1000sccm、処理温度は25～600℃、処理時間は1秒以上、である。

表面処理が終わったウエハ200は搬送手段(図示せず)が使用されて、前述したウエハ搬入と逆の手順によって処理室201の外へ搬送される。

なお、コントローラ121により、高周波電源273の電力のON・OFF、整合器272の調整、バルブ243aの開閉、マスフローコントローラ241の流量、APC242の弁開度、バルブ243bの開閉、真空ポンプ246の起動・停止、サセプタ昇降機構268の昇降動作、ゲートバルブ244の開閉、サセプタ217に埋め込まれたヒータ3に高周波電力を印加する高周波電源への電力ON・OFFがそれぞれ制御される。

第3図は本発明の第2の実施の形態であるMMT装置のサセプタの一部を示す正面断面図である。第4図は第3図のIV-IV線に沿う平面図である。

本実施の形態に係るサセプタ217は石英または窒化アルミニウムによって形成されている。サセプタ217は、例えば500℃以上の高温領域になる程サセプタ217内の温度差が大きくなり、強度を保つ必要が生じるので、石英が好適に用いられる。ちなみに、石英または窒化アルミニウムはいずれも、被処理基板であるウエハ200に対して金属汚染等の影響を与えない。

本実施の形態に係るサセプタ217は蓋体である第1サセプタ部材1aと本体である第2サセプタ部材1bとによって構成されている。第2サセプタ部材1bの上面には溝8が格子状に刻設されている。溝8には第2の電極であるメッシュ形状の高周波電極2aが配されており、高周波電極2aの上は第1サセプタ部材1aで覆われている。第1サセプタ部材1aと第2サセプタ部材1bとは、接着剤にて接着されるか、または熱溶着によって固定される。溝8と第1サセプタ部材1aとによって空間8aが形成されている。この空間8aを形成している溝8および第1サセプタ部材1aの壁が空間壁である。

本実施の形態においては、溝8は第2サセプタ部材1bの上面に4mmの間隔で刻設されている。溝8の幅は1.6mmであり、隣り合う溝8と8との間に相対的に形成された凸部9の幅は2.4mmである。高周波電極2aの外径は、溝8の幅寸法よりも小さく、1.2mmである。高周波電極2aが溝8内に配置されると、高周波電極2aの平面方向の両脇には0.2mmの間隙Sがそれぞれ形成される。

なお、溝 8 の間隔の値は適宜に選択されるべき値である。溝 8 は公知のローレット状加工やエンボス加工によって形成することができる。

電極配線 4 は第 2 サセブタ部材 1 b の電極配線挿通孔 1 4 を挿通して高周波電極 2 a に接続されており、サセブタ 2 1 7 の内部の空間 8 a は電極配線挿通孔 1 4 によって大気と連通されている。このように空間 8 a には大気雰囲気と連通されているために、高周波電極 2 a の材料は、導電性を持つ高融点材料であって耐酸化性を有する白金、パラジウムまたは白金パラジウムの合金から選択することが、好ましい。これらの金属は、300℃～900℃の温度範囲で用いられても、大気による酸化作用の影響を受けず、断線などを引き起さない。

なお、サセブタ 2 1 7 とシャフト 6、シャフト 6 とシャフトカバー 7 とを気密に接合し、シャフトカバー 7 に対して電極配線 4 を気密に貫通させれば、サセブタ 2 1 7 の内部の空間 8 a が大気雰囲気と遮断されるので、高周波電極 2 a の材料は 300℃～900℃の温度範囲にて酸化作用の受け易い材料を用いてもよく、導電性があり溶解しない高融点材料を使用することができる。このような材料として、例えば、モリブデン、ニッケルまたはタングステンのいずれかを選択することができる。

本実施の形態によれば、高周波電極 2 a は第 1 サセブタ部材 1 a および第 2 サセブタ部材 1 b 内の空間を形成している壁に対して間隙 S を介して配置されているので、高周波電極 2 a とサセブタ部材 1 a、1 b との熱膨張率の差が大きかったとしても、高周波電極 2 a の破損することを防止することができる。

また、空間 8 a を設けたことにより、大気雰囲気の進入の有無を考慮して、高周波電極 2 a の材質を選択すれば、酸化して強度が保てなくなることによる高周波電極 2 a の破損も防止することができる。

なお、第 1 サセブタ部材 1 a と第 2 サセブタ部材 1 b とを接着材または熱溶着によって密封して固定することにより、高周波電極 2 a を処理室 2 0 1 の雰囲気と遮断することができるので、被処理基板であるウエハ 2 0 0 が高周波電極 2 a から金属汚染の影響を受けるのを防止することができる。

第 5 図は本発明の第 3 の実施の形態である MMT 装置のサセブタを示す一部切断正面図である。

本実施の形態に係るMMT装置の全体構成およびサセプタの概略構成は、前述したMMT装置およびサセプタと同じである。

本実施の形態に係るサセプタ217は、上段サセプタ部材1cと中段サセプタ部材1dと下段サセプタ部材1eと載置用サセプタ部材1fとによって構成されており、材質は全体的に石英である。上段サセプタ部材1cの内部には第2の電極である高周波電極2aが設けられている。

載置用サセプタ部材1fは上段サセプタ部材1cと別に製作し、接着剤または熱溶着によって気密に固定する。但し、載置用サセプタ部材1fは上段サセプタ部材1cと一体成形してもよい。

中段サセプタ部材1dの上面には上側凹部10aが設けられ、上側凹部10aには被処理基板であるウエハ200の加熱手段であるヒータ3が配置されている。上側凹部10a側の中段サセプタ部材1dが上段サセプタ部材1cによって覆われ、上段サセプタ部材1cと中段サセプタ部材1dとが接着剤または熱溶着によって気密に固定されている。

下段サセプタ部材1eの上面には下側凹部10bが設けられ、下側凹部10bには被処理基板であるウエハ200の加熱手段であるヒータ3の下側面を覆うように反射部材20が配置されている。下側凹部10b側の下段サセプタ部材1eが中段サセプタ部材1dによって覆われ、下段サセプタ部材1eと中段サセプタ部材1dとが接着剤または熱溶着により気密に固定されている。このようにすると、ウエハ保持部となる載置用サセプタ部材1fと反射部材20とによってウエハ加熱手段であるヒータ3を挟む状態に配置するようになり、中段サセプタ部材1dが石英であって光を透過するので、ヒータ3から中段サセプタ部材1dを透過した輻射熱を反射部材20で反射することができる。

ヒータ3は炭化シリコン、カーボン、ガラス状カーボンのいずれかから選択される。反射部材20は高融点金属であるニッケル、モリブデン、タングステン、白金、パラジウム、白金ロジウム合金のいずれかをを用いて製作し、少なくともヒータ3側を鏡面に形成し、ヒータ3側へ輻射熱を効果的に反射することができるように構成する。ヒータ3からの輻射熱を反射部材20によって反射することにより、ヒータ3の電力消費を効果的に低減することができる。

ヒータ3と上段サセブタ部材1cとの間には間隙S3が設けられており、また、反射部材20と中段サセブタ部材1dとの間隙S20が設けられている。この間隙S3および間隙S20とにより、ヒータ3と上段サセブタ部材1cとの熱膨張率の差によるヒータ3の破損や、反射部材20と中段サセブタ部材1dとの熱膨張率の差による反射部材20の破損が防止される。

反射部材20と中段サセブタ部材1dとの間に設けられた間隙S20は大気と連通させてもよい。この場合には、反射部材20には酸化作用の影響を受けない白金、パラジウム、白金ロジウム合金のいずれかを使用することが望ましい。

反射部材20と中段サセブタ部材1dとの間に設けられた間隙S20を密封して大気と遮断してもよい。この場合には、反射部材20には酸化作用の影響を受けて破損する材質、例えば、ニッケル、モリブデン、タングステンのいずれかを用いればよく、酸化作用の影響を受けない部材よりも安価に製作できる。

なお、間隙による強度の低下を補うために、上段サセブタ部材1cと中段サセブタ部材1dと下段サセブタ部材1eとに、ヒータ3の所要箇所や反射部材20の所要箇所に貫通孔を設け、ヒータ3の各貫通孔に石英棒を非接触に配置し、上段サセブタ部材1cと中段サセブタ部材1dとに接着剤または熱溶着により固定し、また、反射部材20の各貫通孔に石英棒を非接触に配置して、中段サセブタ部材1dと、下段サセブタ部材1eとに接着剤または熱溶着により固定してもよい。

また、上段サセブタ部材1cと中段サセブタ部材1dとの間、および、中段サセブタ部材1dと下段サセブタ部材1eとの間を接着または熱溶着によって密封して固定して、ヒータ3および反射部材20が処理室201の雰囲気と遮断されているので、被処理基板であるウエハ200はヒータ3と反射部材20からの金属汚染の影響を受けない。

なお、第3の実施の形態においては、高周波電極2aが上段サセブタ部材1cに設けられている例について説明したが、高周波電極2aは省略してもよい。

請 求 の 範 囲

1. 真空容器に処理ガスを供給しつつ排気して基板を処理する半導体製造装置において、前記基板を保持する基板保持手段が前記真空容器内に配置されており、前記基板保持手段の片側には前記基板を保持する基板保持部が設けられており、前記基板保持手段の内部には基板加熱手段が設けられており、前記基板保持手段の内部の前記基板加熱手段が設置された空間は大気と連通されていることを特徴とする半導体製造装置。
2. 前記基板保持手段は石英によって形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の半導体製造装置。
3. 前記基板加熱手段に電力を供給する配線が、前記基板保持手段を支持するシャフトを挿通されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の半導体製造装置。
4. 前記シャフトは石英によって形成されていることを特徴とする請求の範囲第3項記載の半導体製造装置。
5. 前記基板加熱手段に電力を供給する配線が前記基板加熱手段と同質材であり、前記基板加熱手段から前記基板保持手段の外部に延びて設けられてから前記基板加熱手段の端子に接続されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の半導体製造装置。
6. 前記基板加熱手段が炭化シリコンによって形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の半導体製造装置。
7. 前記基板加熱手段に電力を供給する配線が、炭化シリコンによって形成されていることを特徴とする請求の範囲第6項記載の半導体製造装置。
8. 真空容器に処理ガスを供給しつつ排気して基板を処理する半導体製造装置において、前記基板を保持する基板保持手段が前記真空容器内に配置されており、前記基板保持手段内部には高周波電極を設置する空間が設けられ、前記高周波電極は前記空間を形成する壁と間隙を介して配置されており、前記空間は大気と連通されていることを特徴とする半導体製造装置。
9. 前記高周波電極に接続される電極配線が前記高周波電極と同質材であり、前記高周波電極から前記基板保持手段の外部に延びて設けられてから前記高周波

電極の端子に接続されていることを特徴とする請求の範囲第8項記載の半導体製造装置。

10. 前記高周波電極が白金から形成されていることを特徴とする請求の範囲第8項記載の半導体製造装置。

11. 前記高周波電極の電極配線が白金から形成されていることを特徴とする請求の範囲第8項記載の半導体製造装置。

12. 真空容器に処理ガスを供給しつつ排気して基板を処理する半導体製造装置において、前記基板を保持する基板保持手段が前記真空容器内に配置されており、前記基板保持手段の片側には前記基板を保持する基板保持部が設けられており、前記基板保持手段の内部には基板加熱手段が設けられており、前記基板保持手段の内部の前記基板加熱手段が設置された空間は大気に連通されており

前記基板保持手段の内部には高周波電極を設置する空間が設けられ、前記高周波電極は前記空間を形成する壁と間隙を介して配置されており、前記空間は大気に連通されていることを特徴とする半導体製造装置。

13. 真空容器内に配置された基板保持手段の片側に設けられた基板保持部に基板を保持させるステップと、

前記真空容器に処理ガスを供給しつつ排気するステップと、

前記基板保持手段の内部には大気と連通する空間に基板加熱手段を設けて、前記基板加熱手段によって前記基板を加熱するステップと、
を備えていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

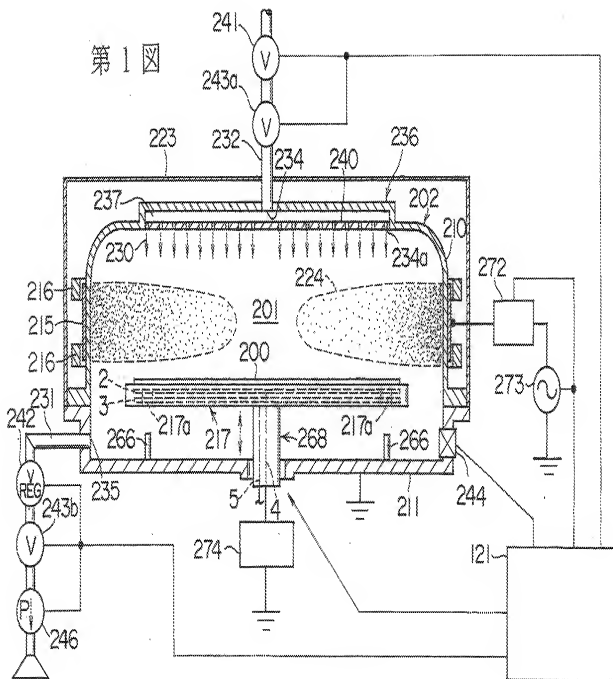
14. 真空容器内に配置された基板保持手段の片側に設けられた基板保持部に基板を保持させるステップと、

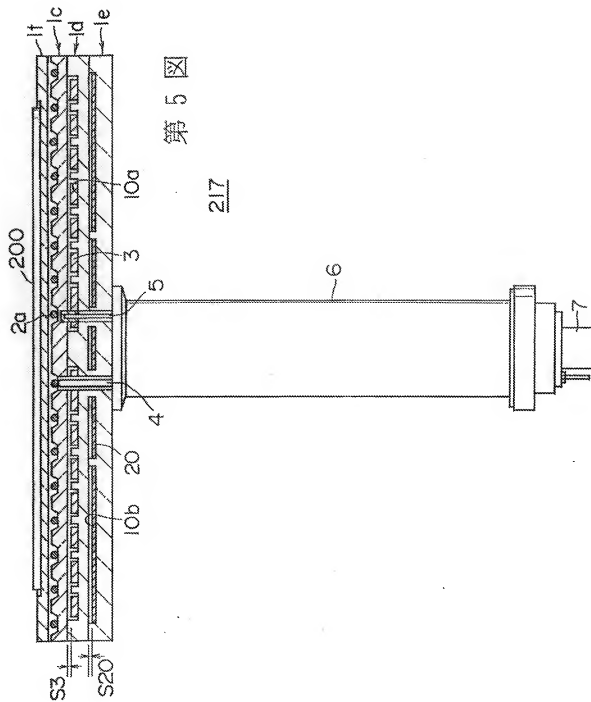
前記真空容器に処理ガスを供給しつつ排気するステップと、

前記基板保持手段の内部に形成されて大気に連通された空間に、前記空間の壁と間隙を介して配置されている高周波電極によって前記基板へプラズマを供給するステップと、

を備えていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

第 1 図





第 5 図

217

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004539

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁷ H01L21/31, H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁷ H01L21/31, H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X Y | JP 07-078766 A (Tokyo Electron Ltd.), 20 March, 1995 (20.03.95), Claim 1; Par. No. [0020]; Fig. 2 & GB 2279366 A & US 5462603 A & KR 260119 B1 | 1-4, 13 5-12, 14 |
| X Y | JP 03-016122 A (Toshiba Corp.), 24 January, 1991 (24.01.91), Claim 1; Figs. 1, 2 (Family: none) | 1, 13 2-12, 14 |
| Y | JP 2000-348853 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 15 December, 2000 (15.12.00), Claims 1, 5 (Family: none) | 1-14 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"T" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 June, 2004 (23.06.04)Date of mailing of the international search report
13 July, 2004 (13.07.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004539

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 10-189227 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 21 July, 1998 (21.07.98), Claims 3, 4; Fig. 2 (Family: none) | 5-7 |
| Y | JP 11-111620 A (Frontec Inc.), 23 April, 1999 (23.04.99), Fig. 3 (Family: none) | 8-12, 14 |
| Y | JP 08-078193 A (NGK Insulators, Ltd.), 22 March, 1996 (22.03.96), Par. No. [0034] (Family: none) | 10-11 |
| A | JP 07-147253 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 06 June, 1995 (06.06.95), Full text (Family: none) | 1-14 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004539

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-7, 12-13 relate to an invention for preventing damage to a substrate heating means.

Claims 8-11, 14 relate to an invention for preventing damage to a high frequency electrode.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl¹ H01L21/31, H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl¹ H01L21/31, H01L21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1992-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリ | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|---------------|---|------------------|
| X | J P 07-078766 A (東京エレクトロン株式会社) 199 | 1-4, 13 |
| Y | 5,03.20、請求項1、[0020]、図2 & GB 22793 66 A & US 5462603 A & KR 26011 9 B1 | 5-12, 14 |
| X | J P 03-016122 A (株式会社東芝) 1991.01.24、請求 | 1, 13 |
| Y | 項1、第1図、第2図 (ファミリーなし) | 2-12, 14 |
| Y | J P 2000-348853 A (住友大阪セメント株式会社) 2000.12.15、請求項1、請求項5 (ファミリーなし) | 1-14 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 06. 2004

国際調査報告の発生日

13. 7. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 浩一

4 E 8617

電話番号 03-3581-1101 内線 3423

| C (脱き) , | 関連すると認められる文献 | |
|----------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y | JP 10-189227 A (信越化学工業株式会社) 1998. 07. 21、請求項3、請求項4、図2 (ファミリーなし) | 5-7 |
| Y | JP 11-111620 A (株式会社フロンテック) 1999. 04. 23、図3 (ファミリーなし) | 8-12, 14 |
| Y | JP 08-078193 A (日本碍子株式会社) 1996. 03. 22、【0034】 (ファミリーなし) | 10-11 |
| A | JP 07-147253 A (国際電気株式会社) 1995. 06. 06、全文 (ファミリーなし) | 1-14 |

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の審査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-7、12-13は、基板加熱手段の破損を防止する発明に関するものである。

請求の範囲8-11、14は、高周波電極の破損を防止する発明に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

HPS Trailer Page
for

EAST

UserID: acrowell_Job_1_of_1

Printer: rem_06c18_gbuiptr

Summary

| <u>Document</u> | <u>Pages</u> | <u>Printed</u> | <u>Missed</u> | <u>Copies</u> |
|-----------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| WO2004095560A1 | 27 | 27 | 0 | 1 |
| Total (1) | 27 | 27 | 0 | - |

